



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift
10 DE 101 51 992 A 1

51 Int. Cl. 7:
B 06 B 1/00

21 Aktenzeichen: 101 51 992.3
22 Anmeldetag: 22. 10. 2001
43 Offenlegungstag: 8. 5. 2003

DE 101 51 992 A 1

71 Anmelder:
Kunststoff-Zentrum in Leipzig gemeinnützige
Gesellschaft mbH, 04229 Leipzig, DE

72 Erfinder:
Kazmirzak, Wolfgang, 06132 Halle, DE; Richter,
Bernhard, 04425 Taucha, DE

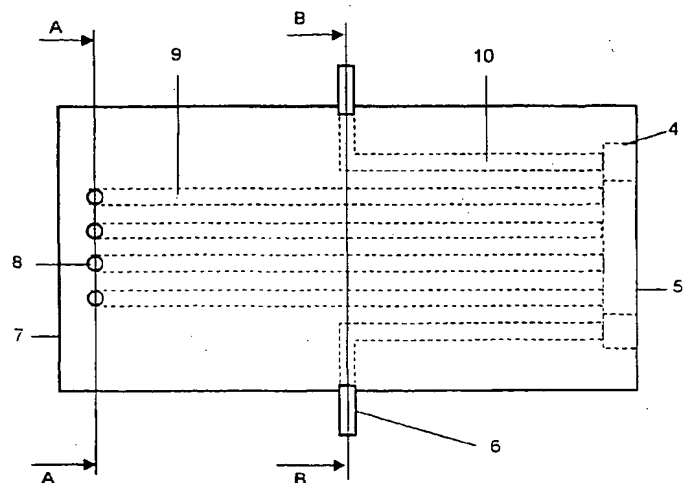
56 Entgegenhaltungen:
DE 11 13 840 B
DE 12 07 123 A
##0Kazmirzak, Wolfgang, 06132 Halle, DE; Richter,
Bernhard, 04425 Taucha, DE
JP 0 9-15 52 90a A
JP 0 7-02 44 14a A
JP 1 1-12 93 31a A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Kühlelement zum Einsatz in schwingenden Systemen

57 Die Erfindung betrifft ein Kühlelement für den Einsatz in schwingenden Systemen z. B. in Ultraschallschwingensystemen im Frequenzbereich von 20-40 kHz. Das Kühlelement soll eine mögliche Erwärmung des Schwingungserzeugers verhindern, indem es als zwischen der Sonotrode und dem Schwingungserzeuger angeordnetes schwingfähiges Kühlelement Schwingungen gut überträgt und gleichzeitig die Wärmeleitung zum Schwingungserzeuger verhindert, der Wärmequelle jedoch so wenig wie möglich Wärmeenergie entzieht. Im Kühlelement wird ein Kühlbohrungssystem, durch welches ein Kühlmedium geleitet wird, so angeordnet, dass die Schwingfähigkeit nicht beeinträchtigt wird. Konstruktiv werden die Kühlbohrungen so gesetzt, dass im Kühlelement ein Temperaturgefälle entsteht. Das Temperaturgefälle wird erzeugt, indem das Kühlmedium, im Bereich des Schwingungsknotens eingeleitet, zunächst in Richtung des Schwingungserzeugers strömt und von dort durch möglichst viele z. B. sternförmig angeordnete Kühlbohrungen längs durch das Kühlelement zur Sonotroden-seite geleitet wird. Das Kühlmedium nimmt im Laufe seiner Durchströmung durch das Kühlelement Wärme auf, seine Kühlwirkung nimmt ab. Dadurch wird der gewünschte Temperaturgradient (Schwingungserzeuger - schwingendes Element) erzielt.



DE 101 51 992 A 1

BEST AVAILABLE COPY

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Kühlelement für den Einsatz in schwingenden Systemen, beispielsweise Ultraschallschwingensysteme im Frequenzbereich 20–40 kHz.

[0002] Das Herzstück in einem schwingenden System ist ein Schwingungserzeuger. Er kann auf verschiedene Weise Schwingungen erzeugen, zum Beispiel nach elektromagnetischem Prinzip (Schwingschleifer) oder auch mit Hilfe des piezoelektrischen Effektes (Konverter eines Ultraschallschwingensystems). Bei einem Konverter wird mit Hilfe einer angelegten elektrischen Wechselspannung eine mechanische Schwingung gleicher Frequenz erzeugt. Um einen hohen Wirkungsgrad zu erzielen setzt man piezoelektrische Konverter ein, wobei die Konstruktion des Konverters so ausgelegt ist, dass er sich bei der zu erzeugenden Schwingung in Resonanz befindet. Durch den Resonanzbetrieb wird die im Konverter entstehende Verlustleistung in Form von Wärme minimiert. An den Konverter angeschlossene mechanische Komponenten, in der Ultraschallschweißtechnik Booster und Sonotroden, müssen zur Einhaltung eines Resonanzbetriebes mit der Resonanzfrequenz des Konverters weitestgehend übereinstimmen. Sie werden deshalb bei ihrer Herstellung auf die Resonanzfrequenz des Konverters abgeglichen.

[0003] Bei einem piezoelektrischen Konverters besteht aber die Gefahr, dass eine Erwärmung zur Zerstörung des Konverters führt, da die eingesetzten Piezokeramiken sich bei zu starker Erwärmung entpolarisieren. Bei Einhaltung der vom Hersteller vorgegebenen maximalen Einschalt-dauer kommt es zu keiner unzulässigen Erwärmung des Konverters und eine Kühlung ist nicht erforderlich. Werden alle Vorgaben wie Resonanzbetrieb durch korrekt abgeglichene mechanische Komponenten, Einhaltung der max. Einschalt-dauer, Vermeidung einer Überlastung eingehalten, kann eine unzulässige Erwärmung des Konverters nur durch Wärmeenergie, die von außen zugeführt wird, erfolgen. Den größten Einfluss hat hierbei die Wärmeleitung. Wenn ein angeschlossenes mechanisches Element einer Erwärmung z. B. durch die Berührung von Sonotroden mit der heißen Oberfläche eines angeschmolzenen Kunststoffteiles (z. B. Ultraschallnieten oder -bördeln) ausgesetzt ist, erwärmt sich das gesamte Schwingensystem einschließlich des Konverters durch die Wärmeleitung.

[0004] Auch andere Schwingungserzeuger, die Schwingungen nach anderen physikalischen Prinzipien erzeugen, können wärmeempfindlich sein.

[0005] Um eine unzulässige Erwärmung des Systems durch ein angeschlossenes mechanisches Element zu verhindern, kann dieses mit kalter Luft angeblasen werden (Luftkühlung). Ein Anblasen ist jedoch nicht sehr effektiv, da die Oberfläche aus resonanz- und schwingungstechnischen Gründen im allgemeinen glatt sein muss und Kühlrippen o. ä. nicht angebracht werden können.

[0006] Eine Kühlung mit einem Kühlmedium, z. B. kaltes Wasser wäre möglich, indem Schläuche, die von dem Kühlmedium durchflossen werden, wendelförmig um das schwingende Element gelegt werden.

[0007] Dieses Verfahren hat jedoch den Nachteil, dass bei einem offenen Kreislauf große Mengen an Kühlmedium verbraucht werden, ein geschlossener Kreislauf aber technisch aufwendig und damit kostenintensiv ist, und das Schwingverhalten des schwingenden Elementes durch die Berührung mit dem Kühlschlauch und die dadurch entstehende äußere Reibung verschlechtert wird. Die Kühlwirkung wird insbesondere dadurch begrenzt, dass als Kühlschlauch nur elastische oder weiche Materialien zum Einsatz kommen können, die jedoch gleichzeitig eine schlechte

Wärmeleitfähigkeit besitzen.

[0008] In DE 297 19 435 U1 wird eine Vorrichtung zur Kühlung der Schweißnaht an geschweißten Metallrohren und des Rohrherisches unmittelbar und beiderseits der Schweißnaht beschrieben.

[0009] Diese Kühlvorrichtung besteht aus vier dem jeweiligen Rohrdurchmesser angepaßten, kühlmediumdurchflossenen, doppelwandigen Halbschalen, die paarweise mittels Gelenke und Schnellverschluß miteinander verbunden werden. Diese aufklappbaren Halbschalen werden beiderseits und nahe der Schweißnaht formschlüssig um das Rohr herumgelegt und mittels des erwähnten Schnellverschlusses miteinander verbunden. Zur Einleitung eines Kühlmediums, das ein Gas oder eine Flüssigkeit sein kann, sind an den Kühlsegmenten Kühlmittelzufluß- und Kühlmittelabflußanschlüsse angeordnet, so dass die Kühlsegmente mittels flexibler Schlauchleitungen untereinander und/oder miteinander verbunden werden können. Die Kühlsegmente können so miteinander verbunden werden, dass sie in Reihe oder parallel im Kühlkreislauf angeordnet sind. Die von der Schweißnaht in Rohrstücke eingeleitete Wärme wird von den Kühlsegmenten aufgenommen und über das Kühlmedium abgeleitet.

[0010] Zur guten und effektiven Wärmeübertragung zwischen Rohrstücken und Kühlsegmenten, sind die Kühlsegmente aus einem gut wärmeleitendem Werkstoff, wie Aluminium oder Kupfer, gefertigt. Die Verwendung von Aluminium hat zudem den Vorteil, dass die Kühlsegmente nur ein geringes Gewicht haben.

[0011] Der Nachteil dieser Kühlvorrichtung ist, dass sie zur Kühlung eines wärmeempfindlichen Ultraschallschwingensystems gänzlich ungeeignet ist. Der konstruktive Aufbau der Vorrichtung aus mehreren unterschiedlichen Konstruktionselementen wie doppelwandige Kühlsegmente, Gelenke, Schnellverschlüsse, Schlauchanschlüsse und Schläuche verhindern das bei Ultraschallschwingensystemen notwendige Schwingen in Resonanz.

[0012] Der Erfindung liegt deshalb die Aufgabe zugrunde ein Kühlelement zu schaffen, welches eine Erwärmung des Schwingungserzeugers in einem schwingenden System wirksam verhindert, die Schwingungen des Schwingungserzeugers aber gut überträgt, gleichzeitig die Wärmeleitung zum Schwingungserzeuger minimiert und der Wärmequelle dabei so wenig wie möglich Wärmeenergie entzieht.

[0013] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass das Kühlelement zwischen dem Schwingungserzeuger und dem mechanischen Element angeordnet und mit diesem fest verbunden ist. Es ist als ein zylindrischer Körper mit planen Stirnseiten ausgebildet. Seine geometrischen Abmessungen werden so angepasst, dass die Resonanzschwingfrequenz des jeweiligen Schwingungserzeugers erreicht wird. Die geometrische Gestalt des Kühlelementes kann aber auch, abweichend von der zylindrischen Form, variiert werden, wobei die Amplitude der Schwingungen verstärkt oder auch verringert werden kann, analog wie es bei Boostern in der Ultraschallschweißtechnik üblich ist.

[0014] Bei in Resonanz betriebenen Schwingungserzeugern wird das Kühlelement so konstruiert, dass das gesamte Schwingensystem, welches aus mehreren Komponenten wie Konverter, Booster, Sonotrode bestehen kann, in Resonanz schwingen kann.

[0015] Es wird ein Kühlbohrungssystem, durch welches ein Kühlmittel geleitet wird in dem Kühlelement so angeordnet, daß seine Schwingfähigkeit nicht beeinträchtigt wird. Die Kühlbohrungen werden auf einem Teilkreis, gleichmäßig und nahe am Umfang verteilt, von der Schwingungserzeuger Seite her als tiefe Sackbohrungen axial bis kurz vor das sonotrodenseitige Ende in das Kühlelement

eingbracht. An diesem Ende werden an diese axialen Kühlbohrungen radial vom Umfang des Kühlelementes her Bohrungen eingebracht, so dass jeweils durchgängige Kühlkanäle entstehen.

[0016] Dabei ist eine möglichst große Anzahl von Kühlbohrungen auf dem Teilkreis anzuordnen, um eine maximale Kühlwirkung zu erreichen. Die Anordnung der Kühlbohrungen kann dabei kreisringförmig, sternförmig oder anders sein.

[0017] Von diesen Bohrungen ist eine oder sind mehrere Bohrungen als Kühlmediumzuführungsbohrung ausgebildet, d. h. diese Bohrung bzw. diese Bohrungen werden in der Tiefe nur bis zur Mitte des Kühlelementes geführt und dort vom Umfang her radial angebohrt. Diese Zuführungsbohrung bzw. Zuführungsbohrungen mit dem Anschluß für das Kühlmedium ist/sind damit so platziert, dass eine schwingungsfreie Ankopplung eines Kühlschlauches gewährleistet ist. Die Stelle der schwingungsfreien Ankopplung befindet sich so im jeweiligen Schwingungsknoten des in Resonanz schwingenden Kühlelementes.

[0018] Am schwingungserzeugerseitigen Ende des Kühlelementes ist eine kanalförmige Ausnehmung so eingebracht, dass die Kühlbohrungen in dieser Ausnehmung liegen und bei der Verbindung des Kühlelementes mit dem Schwingungserzeuger über den nunmehr gebildeten Verteilerkanal in Verbindung stehen. Konstruktiv sind die Kühlbohrungen für das Kühlmedium so angeordnet, dass im Kühlelement ein Temperaturgefälle entsteht. Dieses Temperaturgefälle ist erwünscht und sehr vorteilhaft und wird erzeugt, indem das Kühlmedium, das ein flüssiges oder gasförmiges Kühlmedium sein kann, im Bereich des Schwingungsknotens über die Zuführungsbohrung bzw. Zuführungsbohrungen in das Kühlelement eingeleitet wird. Das Kühlmedium strömt dann zunächst in Richtung des Schwingungserzeugers und verteilt sich über den Verteilerkanal, der durch die stirnseitige Ausnehmung im Kühlelement gebildet wird, in alle Kühlbohrungen, durchströmt das Kühlelement so nun bis zum sonotrodenseitigen Ende des Kühlelementes und tritt dort dann aus den am Umfang eingebrachten und mit den Kühlbohrungen korrespondierenden Austrittsbohrungen aus.

[0019] Das Kühlmedium nimmt im Laufe der Durchströmung des Kühlelementes Wärme auf, wobei seine Kühlwirkung abnimmt. Dadurch wird der gewünschte, vom Schwingungserzeuger zum schwingenden Element hin abnehmende, Temperaturgradient erzielt.

[0020] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und wird im folgenden näher beschrieben.

[0021] Es zeigen:

[0022] Fig. 1 Anordnung eines Ultraschallschwingsystems mit Sonotrode, Kühlelement und Konverter

[0023] Fig. 2 Kühlelement in der Vorderansicht

[0024] Fig. 3 Ansicht des Kühlelementes von der Konverterseite

[0025] Fig. 4 Querschnitt des Kühlelementes entlang der Linie A-A

[0026] Fig. 5 Querschnitt des Kühlelementes entlang der Linie B-B

[0027] An einem Ultraschallschwingsystem soll eine Sonotrode 1 mit einer Temperatur von 200°C betrieben werden. Die Sonotrode wurde bei einer Betriebstemperatur von 200°C auf die Resonanzfrequenz des Ultraschallkonverters 3 abgestimmt. Bei direktem Kontakt des Ultraschallkonverters 3 mit der Sonotrode 1 würde der Konverter 3 durch die hohe Temperatur infolge der Wärmeleitung von der Sonotrode 1 zum Konverter 3 zerstört werden.

[0028] Um die Wärmeübertragung von der Sonotrode 1

zum Konverter 3 zu verhindern, wird erfindungsgemäß zwischen der Sonotrode 1 und dem Ultraschallkonverter 3 ein Kühlelement 2 angeordnet, Fig. 1. Das Kühlelement 2 wird mit der Sonotrode 1 und dem Konverter 3 fest verbunden, z. B. durch eine unmittelbare Schraubverbindung. Das Kühlelement 2 wurde auf die Resonanzfrequenz des Ultraschallkonverters 3 abgeglichen.

[0029] Das Kühlelement 2 ist als zylindrischer Körper mit planen Stirnseiten ausgebildet, Fig. 2. Im Kühlelement 2 ist ein Bohrungssystem, durch welches ein Kühlmedium, z. B. Luft, geleitet wird so angeordnet, dass seine Schwingfähigkeit nicht beeinträchtigt wird. Die Kühlbohrungen 9 werden auf einem Teilkreis von der Konverterseite 5 her ringförmig, gleichmäßig und nahe am Umfang verteilt als tiefe Sackbohrungen axial bis kurz vor das sonotrodenseitige Ende 7 des Kühlelementes 2 eingebracht, Fig. 3. Hier werden diese Kühlbohrungen 9 durch radial vom Umfang des Kühlelementes 2 her eingebrachte Austrittsbohrungen 8 angebohrt, so dass jeweils Kühlkanäle entstehen, Fig. 4.

[0030] Zwei sich gegenüberliegende Bohrungen 10 werden als Kühlmediumzuführungsbohrung ausgebildet und mit einem Zuführungsanschluß 6 für das Kühlmedium versehen. Diese beiden Kühlbohrungen 10 sind in der Tiefe nur bis zur Mitte des Kühlelementes 2 geführt und dort vom Umfang her radial angebohrt, Fig. 2, 5. Diese beiden Zuführungsbohrungen mit den Zuführungsanschlüssen 6 sind damit so platziert, dass eine quasi schwingungsfreie Ankopplung des Kühlmittelschlauches gewährleistet ist. Diese Stelle befindet sich so im jeweiligen Schwingungsknoten des in Resonanz schwingenden Kühlelementes 2.

[0031] Am konverterseitigen Ende 5 des Kühlelementes 2 ist eine kreisringförmige Eindrehung 4 so eingebracht, dass die Kühlbohrungen 9 in dieser Eindrehung 4 liegen und bei der Verschraubung des Kühlelementes 2 mit dem Ultraschallkonverter 3 über den so gebildeten Verteilerkanal 4 in Verbindung stehen. Der Außendurchmesser der kreisringförmigen Eindrehung muss stets kleiner als der Durchmesser der Kontaktfläche des angeschraubten Ultraschallkonverters sein, damit dieser die kreisringförmige Eindrehung vollständig abdeckt.

[0032] Zur Kühlung des Kühlelementes 2 wird z. B. Druckluft durch die Zuführungsanschlüsse 6 in das Innere des Kühlelementes 2 eingeleitet. Diese strömt innerhalb der Kühlmediumzuführungsbohrungen 10 durch das Kühlelement 2, Fig. 1.

[0033] Konstruktiv bedingt gelangt das Kühlmittel so zunächst von den Zuführungsanschlüssen 6 zum konverterseitigen Ende 5 des Kühlelementes 2. Dort wird es durch den Verteilerkanal 4 auf alle Kühlbohrungen 9 verteilt. Der angeschraubte Ultraschallkonverter 3 schließt den Verteilerkanal 4 nach oben ab und verhindert das Austreten des Kühlmediums. Das Kühlmedium wird nun vom konverterseitigen Ende 5 durch die Kühlbohrungen 9 zum sonotrodenseitigen Ende 7 des Kühlelementes 2 geleitet, wo es durch die Austrittsbohrungen 8 abgeleitet wird. Durch den kurzen Weg von den Zuführungsanschlüssen 6 bis zum konverterseitigen Ende 5 des Kühlelementes 2 hat sich das Kühlmedium kaum erwärmt. Es umspült innerhalb des ringförmigen Verteilerkanals 4 den angeschraubten Ultraschallkonverter 3 und kühlt diesen.

[0034] Der zwangsläufige Strömungsverlauf des Kühlmittels durch die Kühlbohrungen 9 von der Konverterseite 5 zur Sonotrodenseite 7 führt zur Erwärmung des Kühlmittels. Dadurch entsteht eine abgestufte Kühlwirkung innerhalb des Kühlelementes 2, die an der Konverterseite 5 am stärksten ist und zur Sonotrodenseite 7 hin kontinuierlich abnimmt. Das dadurch erzeugte Temperaturgefälle innerhalb des Kühlelementes 2 ermöglicht einen effektiven Schutz des

Konverters 3 vor Erwärmung und einen geringen Wärmeverlust an der temperierten Sonotrode 1. Das Kühlelement 2 besteht vorzugsweise aus dem Material Titan, welches sich durch sehr gute schwingungstechnische Eigenschaften und durch eine sehr schlechte Wärmeleitung auszeichnet.

5

Liste der verwendeten Bezugszeichen

1 Sonotrode	
2 Kühlelement	10
3 Ultraschallkonverter	
4 Eindrehung/Verteilerkanal	
5 Konverterseite des Kühlelementes	
6 Zuführungsanschluss für Kühlmedium	
7 Sonotrodenseite des Kühlelementes	15
8 Austrittsbohrungen für Kühlmedium	
9 Kühlbohrungen	
10 Kühlmediumzuführungsbohrungen	
11 Gewindebohrung	20

Patentansprüche

1. Kühlelement zum Einsatz in schwingenden Systemen, **dadurch gekennzeichnet**,

dass das Kühlelement (2) zwischen dem Schwingungserzeuger (3) und dem mechanischen Element (1) angeordnet und mit diesen fest aber lösbar verbunden ist, dass das Kühlelement (2) ein im wesentlichen zylindrischer Körper mit planen Stirnseiten ist und in seinen geometrischen Abmessungen an die Schwingfrequenz des Schwingungserzeugers angepasst ist, dass im Kühlelement (2) ein Kühlbohrungssystem so angeordnet ist, dass seine Schwingfähigkeit nicht beeinträchtigt wird,

dass die Kühlbohrungen (9/10) auf einem Teilkreis, gleichmäßig und nahe am Umfang verteilt von der schwingungserzeuger Seite (5) her als tiefe Sackbohrung axial bis kurz vor das sonotrodenseitige Ende (7) in das Kühlelement (2) eingebracht werden und dass der Teilkreis auf dem die Kühlbohrungen (9/10) angeordnet sind kreisförmig, sternförmig oder eine andere geometrische Form haben kann,

dass die Kühlbohrungen (9) am sonotrodenseitigen Ende (7) radial vom Umfang des Kühlelementes (2) her durch Austrittsbohrungen (8) angebohrt werden, dass eine oder mehrere Kühlbohrungen (10) als Kühlmediumzuführungsbohrung oder -bohrungen ausgebildet sind und in der Tiefe nur bis zur Mitte des Kühlelementes (2) geführt und dort vom Umfang her radial durch eine oder mehrere Kühlmittelzuführungsbohrungen mit Zuführungsanschlüssen (6) angebohrt werden und dass die Ankopplung der Kühlmittleitung damit im Schwingungsknoten des Kühlelementes (2) erfolgt, dass am schwingungserzeugerseitigen Ende (5) des Kühlelementes (2) eine kanalförmige Ausnehmung (4) eingebracht ist und die Kühlbohrungen (9/10) in dieser Ausnehmung (4) liegen und dass die Kühlbohrungen (9/10) über die Ausnehmung (4) in Verbindung stehen.

2. Kühlelement zum Einsatz in schwingenden Systemen nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die geometrische Form des Kühlelementes (2) auch von der zylindrischen Form abweichen kann und damit die Amplitude der Schwingungen verstärkt oder verringert werden kann.

3. Kühlelement zum Einsatz in schwingenden Systemen nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlmedium ein flüssiges oder gasförmiges Medium sein kann.

4. Kühlelement zum Einsatz in schwingenden Systemen nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Kühlelement (2) aus Stahl, Aluminium, vorzugsweise aus Titan besteht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

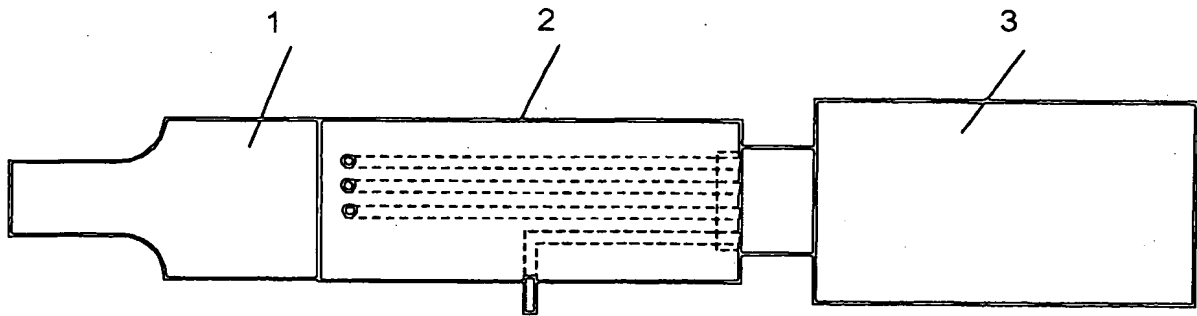


Fig. 1

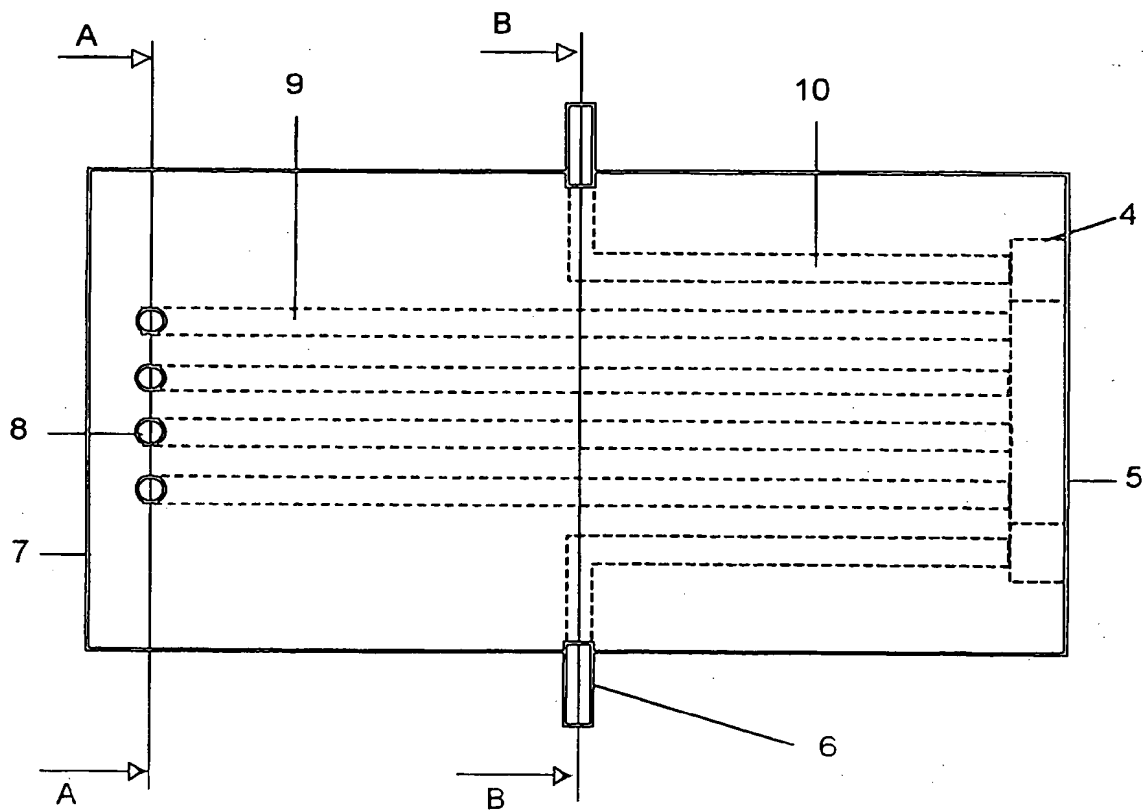


Fig. 2

BEST AVAILABLE COPY

103 190/441

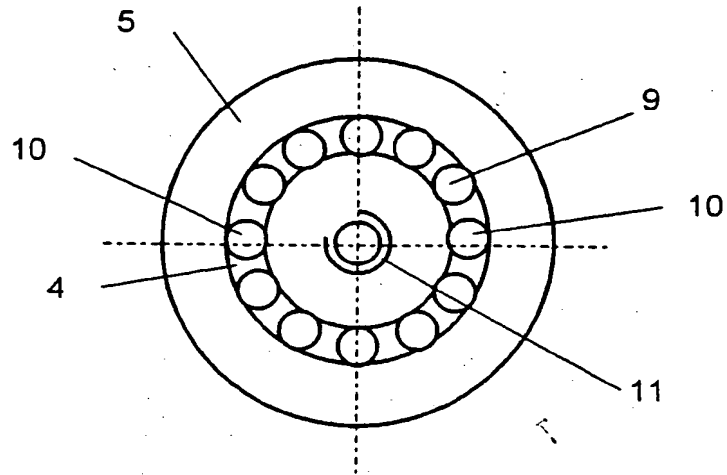


Fig. 3

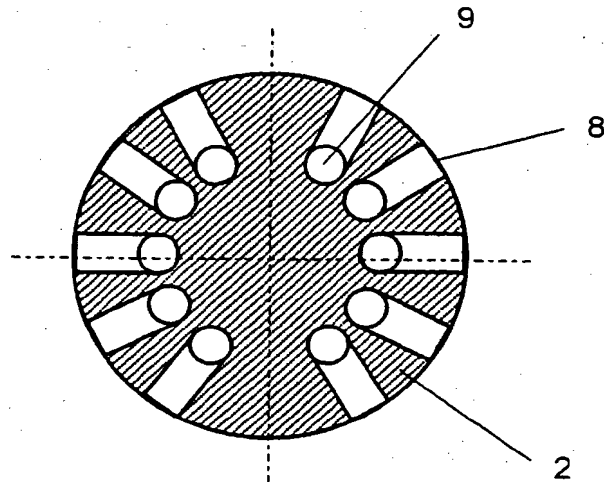


Fig. 4

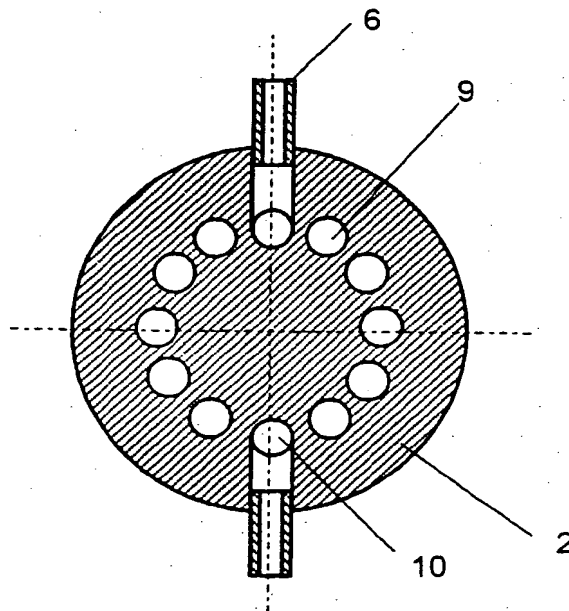


Fig. 5